

Regionalanästhesie in der präklinischen Notfallmedizin

Christine Gaik, Nicholas Schmitt, Ann-Kristin Schubert, Hinnerk Wulf, Benjamin Vojnar

Schmerz ist häufig das führende Symptom traumatisierter Patienten. Obwohl die periphere Regionalanästhesie innerklinisch eine schnelle, sichere, effektive Analgesie ermöglicht, stellt ihr Einsatz außerhalb des perioperativen Settings in Deutschland bisher eine Seltenheit dar. Dies gilt insbesondere für die präklinische Patientenversorgung durch den Rettungsdienst. Ziel dieses Artikels ist es, auf die Option einer präklinischen Regionalanästhesie hinzuweisen und mögliche Versorgungskonzepte für Traumapatienten unter Einsatz peripherer Nervenblockaden zu diskutieren.

ABKÜRZUNGEN

AAGBI	Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland
ABCDE	Airway – Breathing – Circulation – Disability – Exposure/Examination
BGA	Blutgasanalyse
CPR	kardiopulmonale Reanimation
CRM	Crew Resource Management
DEGUM	Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anesthesiologie und Intensivmedizin
eFAST	extended Focused Assessment with Sonography in Trauma
FICB	Fascia iliaca compartment block (Fascia-iliaca-Kompartiment-Blockade)
GRADE	Grades of Recommendation, Assessment, Development and Evaluation
LA	Lokalanästhetikum
LAST	Local Anesthetic Systemic Toxicity (systemische Lokalanästhetikaintoxikation)
NFB	Blockade des N. femoralis
NOPA	Nichtopioid-Analgetikum
NRS	numerische Rating-Skala
PENG	Pericapsular Nerve Group Block (perikapsuläre Nervenblockade)
PNB	periphere Nervenblockade
POCUS	Point-of-Care Ultrasound
RA	Regionalanästhesie
RA-UK	Regional Anaesthesia United Kingdom
SOP	Standard Operating Procedure (Standardvorgehensweise)
VAS	visuelle Analogskala

Einführung

Eine angemessene Analgesie hat maßgeblichen Anteil an der adäquaten notfallmedizinischen Akutersorgung von Traumapatienten. Das führende präklinische Behandlungskonzept ist hierzulande die intravenöse Analgesie mit Nichtopioid-Analgetika (NOPA) oder starken Opioiden. Der Einsatz hochpotenter Opioiden kann allerdings, insbesondere bei Notfallpatienten, erhebliche Nebenwirkungen aufweisen. Angesichts dieser Tatsache ist es in vielen Kliniken etablierte Praxis, zur Therapie perioperativer Schmerzen Verfahren der Regionalanästhesie (RA) durchzuführen.

Merke

Obwohl Regionalanästhesien in der Klinik teils schnell und ohne großen logistischen Aufwand durchgeführt werden können, werden sie im präklinischen Bereich bisher kaum angewandt.

Analog zur innerklinischen Anwendung liegen die Vorteile einer frühzeitigen, präklinischen peripheren Nervenblockade (PNB) zur analgetischen Behandlung von Traumapatienten auf der Hand und bieten sich vor allem für ältere und multimorbide Patienten an. Des Weiteren kann die frühzeitige Anwendung von PNB Einfluss auf die präklinische Durchführbarkeit von Repositionen dislozierter Frakturen oder Gelenkluxationen haben sowie die technische Rettung von Traumapatienten erleichtern. Insbesondere häufige Frakturen geriatrischer Patienten wie proximale Femur- oder Humerusfrakturen lassen sich im Allgemeinen suffizient mit PNB versorgen.

► **Tab. 1** Vor- und Nachteile der präklinischen systemischen (intravenösen) Analgesie und peripherer Nervenblockaden.

	periphere Nervenblockade	systemische Analgesie (i. v.)***
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ langanhaltende Analgesie (z. B. zum Umlagern in der Notaufnahme oder für längere Transporte) ▪ geringere Wahrscheinlichkeit für Phantomschmerzen und Chronifizierung der Schmerzen [1] ▪ weniger PTBS [2] ▪ höhere Patientenzufriedenheit ▪ selten Nebenwirkungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vertrautes Verfahren ▪ schnell zu etablieren (zudem erhält nahezu jeder Patient präklinisch einen PVK) ▪ schneller Wirkeintritt ▪ meist gut steuerbar ▪ systemische Wirkung (Vorteil bei Mehrfachverletzung)
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risiko für Infektion (präklinisches Umfeld ggf. „weniger steril“) ▪ Blutung/Hämatom (Gerinnungsstörungen/Antikoagulation* ggf. nicht zu eruieren) ▪ invasives Verfahren (Grauzone Einverständnis) ▪ Gefäß-/Nervenverletzungen ▪ Pneumothorax ▪ LAST ▪ mögliche Transportverzögerung ▪ Anwendung erfordert Schulung/Erfahrung ▪ zusätzliches Equipment notwendig ▪ neurologische Beurteilung in der Notaufnahme erschwert ▪ Sympathikolyse** 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atemdepression (Opioide) ▪ Übelkeit, Erbrechen (Opioide) ▪ Vigilanzminderung (Opioide) ▪ Juckreiz (Opioide) ▪ Wechselwirkungen mit anderen systemisch verabreichten Substanzen (z. B. Benzodiazepine) ▪ niedrige Wirkstärke (NOPA) ▪ begrenzte Wirkdauer (Gefahr der Überdosierung bei repetitiver Gabe) ▪ Gabe starker Analgetika (z. B. Fentanyl) bzw. höherer Dosen ist meist nur durch einen Arzt vor Ort erlaubt (Arzt notwendig) ▪ aufklärungspflichtiger Off-Label Use für Fentanyl/Sufentanil (als präklinisches Monoanalgetikum außerhalb einer Allgemeinanästhesie/der Intensivmedizin)

* Auch wenn Gerinnungsstörungen oder eine Antikoagulation grundsätzlich keine absolute Kontraindikation für PNB darstellen, so ist bei schweren Gerinnungsstörungen oder einer therapeutischen Antikoagulation je nach Verfahren eine individuelle Risiko-Nutzen-Abwägung sinnvoll.

** Eher bei neuroaxialen Verfahren relevant.

*** Die systemische Analgesie ist präklinisch selbstverständlich auch über eine orale oder intraossäre Gabe möglich. Da beide Applikationsformen jedoch eher Einzelfällen vorbehalten sind, beziehen sich die gelisteten Vor- und Nachteile auf die intravenöse Analgetikagabe. Abkürzungen: LAST = Local Anesthetic Systemic Toxicity (systemische Lokalanästhetikaintoxikation); NOPA = Nichtopioide-Analgetika; PTBS = posttraumatische Belastungsstörung; PVK = peripherer Venenzugang

In diesem Artikel soll dargestellt werden, welche RA-Verfahren in der präklinischen Patientenversorgung sinnvoll eingesetzt werden können und welche Voraussetzungen für die sichere Durchführung gelten sollten. Darüber hinaus stellen wir ein Konzept vor, mit dessen Hilfe evaluiert werden kann, ob und inwieweit die präklinische Durchführung von RA-Verfahren indiziert und sinnvoll ist.

Hintergrund

RA ist ein klassisches Gebiet der innerklinischen Anästhesiologie und fester Bestandteil der perioperativen Patientenversorgung. Im Vergleich zur systemischen Analgesie bietet die RA zahlreiche Vorteile (s. ► **Tab. 1**). In der präklinischen Versorgung stellt die PNB bisher kein etabliertes Verfahren dar. Dennoch ist die RA, insbesondere bei proximalen Femurfrakturen, sicherlich eine sinnvolle Alternative zur intravenösen Analgesie. Diese Annahme wird bereits von innerklinischen und in geringerem Umfang auch präklinischen Daten gestützt [3, 4, 5, 6].

Vor allem zu Beginn einer solchen Einführungsphase ist der Einsatz der Sonografie durch erfahrene Notärzte, mit langjährigen und zertifizierten Kenntnissen im Bereich RA

(DGA/DEGUM) eine sinnvolle Grundvoraussetzung zur präklinischen Durchführung von PNB. Des Weiteren können Algorithmen und SOPs bei der strukturierten Einführung und Etablierung der präklinischen, ultraschallgestützten RA helfen. Klar formulierte Algorithmen und SOPs erlauben darüber hinaus eine strenge Limitierung der Durchführung für den definierten Einsatz einzelner PNB in der Präklinik.

Mit steigender Inzidenz zählen Oberschenkelhalsfrakturen, pertrochantäre Femurfrakturen, distale Radiusfrakturen und proximale Humerusfrakturen in Deutschland zu den häufigsten Frakturen, wobei die Inzidenz jeweils mit dem Alter zunimmt [7]. Viele dieser Frakturen, Luxationen oder weitere Verletzungen könnten analgetisch grundsätzlich auch präklinisch durch eine PNB abgedeckt werden. Insbesondere im Rahmen einer Einführungsphase erscheint die Fokussierung auf eine spezielle Indikation und ein entsprechend geeignetes RA-Verfahren günstig. Bisherige Daten legen nahe, dass die Fascia-iliaca-Kompartiment-Blockade (FICB) für hüftnahe Femurfrakturen ein angemessenes Verfahren darstellen kann (s. ► **Abb. 1**, ► **Abb. 2**).



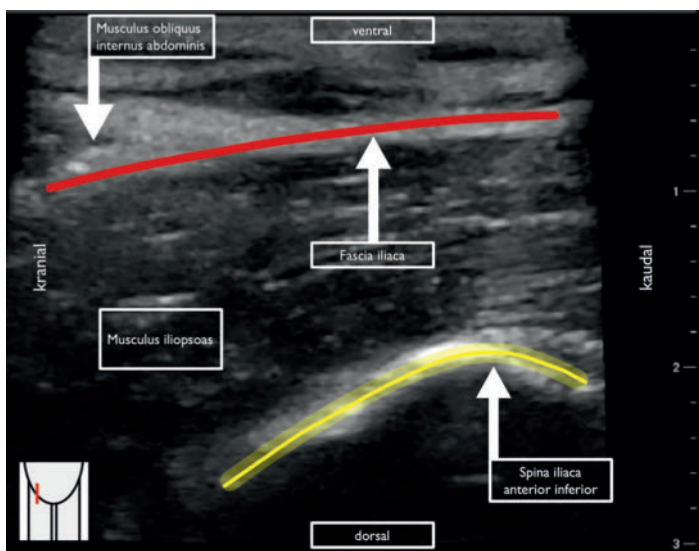
► Abb. 1 Sonografische Untersuchung für die FICB, z. B. bei hüftnaher Femurfraktur.

TAKE HOME MESSAGE

Hüftnahe Femurfrakturen zählen zu den häufigsten Frakturen in Deutschland. Eine Fascia-iliaca-Kompartiment-Blockade könnte ein angemessenes Verfahren für die präklinische Analgesie darstellen.

Überblick über die aktuelle Datenlage

Die bisher verfügbare Literatur zur Durchführung perioperativer RA-Verfahren außerhalb des Operationssaales bezieht sich vor allem auf klinische Untersuchungen im Schockraum oder der zentralen Notaufnahme. Nur einige



► Abb. 2 Dargestellt ist exemplarisch die Sonoanatomie für die FICB (suprainguinaler Zugang).

wenige Studien untersuchen die Durchführbarkeit von PNB am Einsatzort, und noch weniger Studien untersuchen in diesem Kontext die analgetische Effektivität, Erfolgsrate, Nebenwirkungen und den zeitlichen Aufwand bzw. Auswirkung auf Rettungs- und Transportzeiten von PNB im Vergleich zur systemischen Analgesie in einem prospektiven oder sogar randomisiert-kontrollierten Design.

Merke

Die Anzahl methodisch qualitativ guter Studien zum Einsatz von präklinischen PNB ist insgesamt limitiert (aufgelistet im Onlinematerial, s. Tab. S1).

Im Folgenden soll ein Überblick über die aktuelle Datenlage präklinisch eingesetzter RA-Verfahren gegeben werden.

PNB bei Trauma

Prospektive Studien liegen aktuell überwiegend bei Traumata der unteren Extremität bei Erwachsenen vor und beziehen sich überwiegend auf die FICB oder klassische Blockaden des N. femoralis (NFB). Es existieren derzeit 2 systematische Übersichtsarbeiten mit Metaanalyse zur präklinischen Anwendung der FICB [6] und der NFB [5]. Da die Anzahl randomisiert-kontrollierter Studien in diesem Setting limitiert ist, wurden in diese Metaanalysen auch nicht randomisierte, prospektive Observationsstudien eingeschlossen.

Die präklinische Anwendung von Blockaden der oberen Extremität (Plexus brachialis) sind in prospektiven Studien kaum untersucht, hierzu liegen aktuell hauptsächlich retrospektive Daten und Fallberichte vor [8, 9]. Für die Anwendung interskalenärer Plexusblockaden als Analgesieverfahren in Notaufnahmen konnten dagegen bereits deutliche Vorteile zur Reposition von Schulterluxationen im Vergleich mit Kurznarkosen gezeigt werden [10, 11].

Zusätzlich existieren einzelne Berichte zur präklinischen Anwendung thorakaler Rumpfwandblockaden bei Patienten mit Thoraxtrauma, davon eine retrospektive Fallserie zum Serratus-anterior-Plane-Block bei Rippenserienfraktur [12] und ein Fallbericht zum Erector-spinae-Plane-Block bei Thoraxtrauma [13].

PNB bei Kindern

Die Datenlage zur präklinischen Anwendung von PNB bei Kindern ist ebenfalls sehr überschaubar. Es existiert ein Cochrane Review [14] zur Durchführung präklinischer und intrahospitaler PNB bei pädiatrischen Femurfrakturen, in welchem aufgrund der aktuellen Studienlage jedoch nur eine einzige randomisierte Primärstudie eingeschlossen werden konnte. Diese Studie vergleicht die analgetische Effektivität von PNB der unteren Extremität mit derjenigen einer systemischen Analgesie, jedoch im intrahospitalen Setting im Notfallbereich [15]. Darüber hinaus existie-

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

ren einzelne Fallberichte zur Durchführung von FICB bei pädiatrischen Femurfrakturen [16, 17].

Sonografisch gestützte PNB

Zum aktuellen Zeitpunkt existieren keine Untersuchungen, die präklinisch durchgeführte PNB mit und ohne Anwendung der Sonografie hinsichtlich Analgesiequalität, Dauer der Durchführung, Komplikationen etc. miteinander vergleichen. Für den prähospitalen Bereich liegt nach Kenntnis der Autoren nur eine randomisierte Studie vor, in der die ultraschallgesteuerte PNB jedoch mit der konventionellen intravenösen Analgesie verglichen wird [18]. Trotz teilweise vielversprechender innerklinischer Ergebnisse [19] für die Analgesie hüftnaher Frakturen liegen zur präklinischen Durchführung einer PENG-Blockade (perikapsuläre Nervenblockade) bisher ebenfalls weder Studien noch Fallberichte vor.

Einen Überblick über die aktuelle Datenlage zu präklinisch eingesetzten RA-Verfahren gibt Tab. S1 (s. Onlinematerial).

Neuroaxiale Verfahren

Neben einigen Fallberichten und einzelnen Untersuchungen zur präklinischen PNB liegen bisher keine präklinischen Berichte oder Daten zu neuroaxialen Verfahren vor. Die Gründe dafür sind naheliegend:

- nicht auszuschließende Wirbelsäulenverletzung nach Trauma,
- mangelnde Information über mögliche Gerinnungsstörungen/Antikoagulation des Patienten,
- eine schmerzbedingt unmögliche Mobilisierung in Seitenlage oder sitzende Lagerung.

Zudem ist die ggf. resultierende hämodynamische Kompromittierung durch eine Sympathikolyse präklinisch schwieriger beherrschbar. Von der präklinischen Anwendung neuroaxialer Verfahren wird daher abgeraten [20].

Auch für den Einsatz von peripheren Katheterverfahren im Rahmen einer RA liegen keine Fallberichte vor. Zeitliche und hygienische Aspekte sind hier sicherlich ein Grund.

Merke

Daten oder Empfehlungen für den präklinischen Einsatz neuroaxialer Verfahren oder die Anlage peripherer Katheterverfahren liegen bisher nicht vor. Ihre Anwendung scheint in diesem Bereich nicht sinnvoll.

Ergebnisse prospektiver Studien

Für die Bewertung präklinisch durchgeführter PNB sind vor allem die Endpunkte analgetische Effektivität (Schmerzscore, Morphinbedarf), Patientensicherheit (Nebenwirkungen, Komplikationen) sowie die technische Durchführbarkeit (Einfluss auf Transportzeit, logistische Aspekte) von Relevanz. Tab. S2 (s. Onlinematerial) zeigt eine

Übersicht bisheriger Ergebnisse prospektiver Studien zur Anwendung von RA-Verfahren im präklinischen Setting.

Erfolgsraten und analgetische Effektivität präklinisch durchgeführter Regionalanästhesieverfahren

Die Effektivität einer PNB im Vergleich zur systemischen Analgesie ist im präklinischen Setting in einem prospektiven Studiendesign vor allem für Frakturen und Verletzungen der unteren Extremität untersucht [6, 21, 22, 23, 24, 25].

Merke

Die Erfolgsrate präklinisch durchgeführter PNB wird (auch bei überwiegend landmarkengestützter Punktionstechnik) in der aktuell verfügbaren Literatur als insgesamt hoch (um 90%) beschrieben.

Eine systematische Übersichtsarbeit mit Metaanalyse von Slade et al. [6] zur FICB schließt insgesamt 5 Studien mit 340 Patienten ein, davon jedoch nur 2 randomisiert-kontrollierte Studien [21, 22] und 3 Observationsstudien [24, 25, 26]. In dieser Metaanalyse wurde eine Reduktion des Schmerzscore nach prähospitaler Durchführung einer FICB um 6 Punkte gezeigt. Schließt man nur die randomisiert-kontrollierten Studien ein, ist der Schmerzscore der Patienten mit PNB etwa um 1 Punkt auf der numerischen Rating-Skala (NRS) geringer als bei Patienten mit systemischer Analgesie. Eine Reduktion des Schmerzscore um 1 Punkt kann jedoch (unabhängig von statistischer Signifikanz) nicht als klinisch relevant erachtet werden, da dies weder subjektiv noch objektiv diskriminierbar ist: In Publikationen zu diesem Thema wird eine Reduktion des Schmerzscore von > 1,3–2 bei akuten Schmerzen als klinisch wahrnehmbar und relevant betrachtet [27, 28].

Die Erfolgsrate der insgesamt 257 durchgeführten Blockaden wird mit 89,3% angegeben. Insgesamt ist aufgrund hoher Heterogenität primärer Studiendaten und fehlender randomisiert-kontrollierter Studien mit großen Patientenzahlen die Aussagekraft dieser Metaanalyse als gering zu erachten. Zudem muss aufgrund dieser Daten vermutet werden, dass bei etwa jedem 10. Patienten erst verzögert eine intravenöse Analgesie angewendet wird.

Eine andere systematische Übersichtsarbeit mit Metaanalyse von Raatiniemi et al. [5] zur NFB fasst 4 Primärstudien mit insgesamt 252 Patienten zusammen. Davon sind 2 randomisiert-kontrollierte Studien aus Österreich [23, 29], welche die analgetische Effektivität präklinisch durchgeführter NFB im Vergleich zur systemischen Analgesie mit Metamizol untersuchen. Eine weitere randomisiert-kontrollierte Studie von Jebali et al. [30] vergleicht die Zugabe von Magnesiumsulfat als perineurales Adjuvans bei präklinischen NFB. Aus dieser und einer weiteren konsekutiven Fallserie [31] wurden Metadaten zu Sicherheit und Komplikationen synthetisiert.

In dieser Metaanalyse betrug die Reduktion des Schmerzscores nach NFB 3,2 Punkte, verglichen mit 1,3 Punkten (VAS 0–10) bei systemischer Analgesie mit Metamizol. Allerdings konnten für diesen Endpunkt nur die beiden o.g. Studien eingeschlossen werden. Die Erfolgsrate der NFB wird in dieser Metaanalyse mit 91 % angegeben (5 Blockadeversager). Schwerwiegende Nebenwirkungen traten weder bei Patienten mit NFB noch bei systemischer Analgesie mit Metamizol auf. Bei 2 Patienten (von 90) kam es zur akzidentellen Punktion der A. femoralis.

TAKE HOME MESSAGE

Bisherige Daten konnten auch für präklinisch durchgeführte PNB eine Reduktion des Schmerzscores und eine hohe Patientenzufriedenheit zeigen.

Das Vertrauen in die Evidenz dieser Metaanalyse wird nach GRADE-Bewertung mit sehr niedrig („very low“) angegeben. Zudem ist die Anzahl der eingeschlossenen Patienten und die methodische Qualität dieser zugrunde liegenden Primärstudien limitiert. In den meisten randomisierten Studien fand keine verblindete Durchführung des RA-Verfahrens statt, ebenso wenig waren die Patienten adäquat verblindet. Dies ist zum einen den besonderen präklinischen Umständen, zum anderen der notfallmäßigen Indikationsstellung geschuldet.

Dennoch fehlen qualitativ hochwertige randomisiert-kontrollierte, verblindete Studien mit größeren Fallzahlen, welche die analgetische Effektivität peripherer RA-Verfahren mit einem adäquaten Komparator in Bezug auf geeignete Endpunkte vergleichen.

Merke

Aufgrund der aktuellen Datenlage ist die Aussagekraft systematischer Reviews und Metaanalysen hochgradig limitiert. Bei insgesamt kleinen Studiengrößen sind für viele Endpunkte nur einzelne Studien mit weniger Patientendaten auswertbar.

Zusätzlich ist im Themenbereich der präklinischen PNB von einem nicht unerheblichen Publikationsbias auszugehen.

Komplikationen, Patientenzufriedenheit und Auswirkung auf Einsatz- und Transportzeiten

Es wurden 2 Fälle einer systemischen Lokalanästhetika-intoxikation (LAST) nach FICB berichtet [21, 25]. In einem dieser Fälle äußerte sich die LAST in einer Tachykardie mit arterieller Hypertension, die sich ohne spezifische Therapie selbst limitierte [25]. Bei einem anderen Patienten konnte die systemische Intoxikation erfolgreich mit Intraplipid-Lösung therapiert werden, sodass keine langfristigen Schäden entstanden [21].

Merke

Schwerwiegende Nebenwirkungen von PNB sind in der aktuellen Literatur bei überwiegend landmarkengestützter Punktionstechnik insgesamt selten zu beobachten.

Zusätzlich sind akzidentelle arterielle Punktionen der A. femoralis bei landmarkengestützter Durchführung von NFB beschrieben [5].

Demgegenüber sind bei systemischer Analgesie, vor allem bei Verwendung opioidbasierter Therapieregime, systemische Nebenwirkungen wie Übelkeit, Erbrechen, Atemdepression und Vigilanzminderung erwartbar.

Die Patientenzufriedenheit wurde als sekundärer Endpunkt nur in wenigen prospektiven Studien berichtet [18, 21, 24]. In diesen Studien wird die Patientenzufriedenheit als hoch und ähnlich wie bei der systemischen Analgesie beschrieben. Auch hier sind große randomisiert-kontrollierte Studien ausstehend.

Daten zur Zeitdauer der Durchführung präklinischer PNB werden in 4 Studien und einer Metaanalyse berichtet. In der Metaanalyse von Raatiniemi et al. [5] wird die mittlere Differenz der Behandlungsdauer der NFB im Vergleich zur systemischen Gabe von Metamizol mit 7,40 min (6,24–8,56) zugunsten der systemischen Analgesie angegeben. Die beiden zugrunde liegenden Primärstudien von Barker et al. [29] und Schiferer et al. [23] berichten über Behandlungszeiten von 11,7 ($\pm 4,5$) bei NFB versus 4,3 ($\pm 2,9$) min bei systemischer Metamizolgabe bzw. 12,7 ($\pm 3,5$) versus 5,3 ($\pm 1,9$) min.

Die Zeitdauer zur Anlage der PNB wird in der prospektiven Observationsstudie von Gozlan et al. mit 24 (± 12) min etwa doppelt so lang angegeben [25]. Bei McRae et al. [22] ist die Zeit am Einsatzort mit 48 min (systemische Analgesie) versus 51 min (FICB) ähnlich beschrieben.

Auch wenn zeitliche Verzögerungen durch die Anlage von PNB in der Präklinik aus nachvollziehbaren Gründen auftreten, ergibt sich bei Indikationsstellung bei ausschließlich hämodynamisch stabilen Patienten für die meisten Betroffenen jedoch kein relevanter Nachteil. Des Weiteren sind die wenigen bisherigen Daten [5, 23, 29] differenziert zu betrachten, da mehrheitlich Metamizol zur systemischen Analgesie mit einer PNB verglichen wurde. Die Analgesie mit Metamizol – ohne weitere Gabe eines Opioids – erfolgt erfahrungsgemäß als Kurzinfusion.

Die PNB mit der einmaligen Applikation einer Kurzinfusion anstelle einer titrierten, fraktionierten Opioidgabe (ggf. mit Etablierung einer O₂-Gabe und Kapnografie) zu vergleichen erlaubt daher allenfalls probatorische Schlüsse hinsichtlich eines möglichen „Zeitverlustes“ im Fall einer präklinischen PNB. McRae et al. verglichen die frak-

tionierte Morphingabe mit einer FICB, wobei sich kein signifikanter Zeitunterschied am Einsatzort zeigte [22].

Merke

Ob eine fraktionierte Gabe präklinisch verwendeter Opiode (z. B. Fentanyl, Sufentanil) oder (S-)Ketamin zeitliche Vorteile gegenüber einer präklinischen PNB (durch ein geschultes Team mit eingeübten Algorithmen) bietet, erfordert weitere Untersuchungen.

Technische und organisatorische Aspekte präklinischer PNB

Lokalanästhetika

Die am häufigsten verwendeten Lokalanästhetika (LA) in prospektiven Studien waren die mittellang wirksamen LA Lidocain [22, 24, 25, 26, 32], Prilocain [21] und Mepivacain [26]. In zwei Studien wurde langwirksames Levobupivacain verwendet [23, 29]. Langwirksame LA wie z. B. Ropivacain 0,75% oder L-Bupivacain 0,5% können vor allem bei längeren Transportzeiten sinnvoll sein [17, 18, 23, 29, 33]. Beachtet werden sollte hier jedoch die größere Zeitspanne bis zum Wirkeintritt im Vergleich zu z. B. Lidocain, die ggf. durch gleichzeitige Applikation von z. B. Prilocain 1% [18] verkürzt werden kann.

Präklinisch bietet sich nach Meinung der Autoren grundsätzlich Lidocain als Lokalanästhetikum für RA-Verfahren an. Es zeigt einen schnellen Wirkeintritt und ist aufgrund seiner Funktion als Alternative zu Amiodaron im Rahmen einer Reanimation meist ohnehin Teil des zur Verfügung stehenden notfallmedizinischen Medikamentenarsenals. Neben diesem „pragmatischen“ Ansatz kann die innerklinisch häufig genutzte Kombination aus kurzwirksamem (z. B. Prilocain) und langwirksamem LA (z. B. Ropivacain) eine Alternative darstellen.

Cave

Für Prilocain gilt es, die mögliche Nebenwirkung einer Methämoglobinämie zu beachten. Dank der präklinisch zunehmenden Verfügbarkeit von BGA-Geräten, kann Methämoglobin jedoch meist auch präklinisch bestimmt werden. Zudem wird das Antidot Methylenblau (1–2 mg/kgKG i.v.) von den meisten arztbesetzten Rettungsmitteln mitgeführt.

„Wirkverstärkung“ der Lokalanästhetika

Zur besseren lokalen Wirkung und Vermeidung einer vermehrten Resorption bzw. systemischen Wirkung (LAST) wurde das LA in vielen Fallberichten mit Adrenalin (1:200000 bzw. 400000) gemischt [16, 24, 30, 32]. Adrenalin als essenzielles Medikament in der Notfallmedizin ist in der Regel auf allen Rettungsmitteln verfügbar. Wird Adrenalin dem LA erst vor Ort zugegeben, sei jedoch auf das Problem von Dosierfehlern hingewiesen. Fertiglösungen könnten dieser Gefahr vorbeugen.

Die additive perineurale Gabe von Magnesium konnte bei der prähospitalen FICB bei Femurfrakturen die Qualität der Analgesie verbessern [30]. Weitere intravenöse Adjuvantien bzw. Co-Analgetika wie Dexamethason, Clonidin oder Dexmedetomidin können im Einzelfall unter individueller Risiko-Nutzen-Abwägung und sofern verfügbar ebenfalls erwogen werden.

Zu beachten ist, dass es sich bei der perineuralen Applikation der o.g. Substanzen (mit Ausnahme von Adrenalin mit Bupivacain) um einen Off-Label Use handelt.

Hilfsmittel zur Identifikation anatomischer Strukturen

Präklinisch sind materielle Ressourcen meist auf ein absolut notwendiges Minimum begrenzt und die Platzverhältnisse eingeschränkt. In der aktuellen Literatur wurden die präklinischen PNB überwiegend mit der landmarkengestützten Technik durchgeführt. Neben dieser Landmarkentechnik werden innerklinisch routinemäßig Hilfsmittel wie die Sonografie oder ein Nervenstimulator (vor allem in Kombination als „Dual Guidance“) eingesetzt.

Der Einsatz des jeweiligen Hilfsmittels hängt inner- wie präklinisch von der jeweils durchgeführten Blockade ab. Die präklinisch bisher gut untersuchte FICB wurde beispielsweise bei gutem Sicherheitsprofil oft allein anhand anatomischer Landmarken durchgeführt [34]. Die Technik nach Winnie wurde z. B. für die femorale Nervenblockade präklinisch berichtet [30]. Für die FICB existieren zahlreiche Berichte, in denen die Loss-of-Resistance-Technik nach Dalens („Faszienklicks“) erfolgreich angewendet wurde [16, 22, 24, 25, 32, 35, 36, 37].

Merke

Für die FICB im innerklinischen Bereich gibt es Hinweise, dass ultraschallgesteuerte Techniken hier erfolgreicher sind im Vergleich zur Orientierung an Landmarken. Dennoch kann die FICB grundsätzlich auch ohne Sonografie und ohne Nervenstimulator durchgeführt werden. Je nach Verletzungsmuster (z. B. Fehlstellung) kann die Identifikation aufgrund von Landmarken dann jedoch individuell erschwert sein.

Bisher kam nur in einigen wenigen Studien ein Nervenstimulator zur Nervenlokalisierung zum Einsatz [23, 29]. Für die Durchführung einer (interskalären) PNB unter bloßer Nervenstimulation (ohne Sonografie) liegt nur ein Fallbericht vor, bei dem die Blockade durch einen „in der Regionalanästhesie erfahrenen Anästhesisten“ erfolgte [8].

Zu bedenken ist bei der peripheren Nervenstimulation auch, dass die korrelierende Muskelantwort in der Akutsituation nach Trauma ggf. noch schmerzhafter empfunden werden kann als im Vergleich zur Blockade vor innerklinischen, elektiven Eingriffen. Darüber hinaus schränken Amputationsverletzungen den Einsatz eines Nervenstimu-

lators ein [38]. Daneben müssen beim Einsatz eines Nervenstimulators zusätzliche Kosten für Anschaffung und Wartung sowie im Einzelfall Einweisungen in die Gerätnutzung berücksichtigt werden.

TIPPS

- Die Sonografie scheint im Vergleich zum Nervenstimulator das sinnvollere Hilfsmittel zu sein, weil sie präklinisch universeller einsetzbar ist (z. B. eFAST, POCUS).
- Durch die zunehmende Verbreitung portabler Ultraschallgeräte – zumindest auf ärztlich besetzten Rettungsmitteln – könnte die Indikationsstellung für PNB in der Präklinik jedoch auf alle Verletzungsmuster der unteren und auch der oberen Extremität grundsätzlich erweitert werden.
- Ein weiterer Vorteil der Sonografie liegt in der Möglichkeit, je nach Blockade verfahrensassoziierte Komplikationen (z. B. Pneumothorax nach lungennaher Punktion) auszuschließen [33].

Wird unter sonografischer Sicht punktiert, ist der Einsatz spezieller, echogener Nadeln [17] zwar sinnvoll, kann aber grundsätzlich auch mit alternativ verfügbaren Nadeln durchgeführt werden.

Durchführung durch nichtärztliches Rettungsdienstpersonal

Der flächendeckende Einsatz der Sonografie zur präklinischen PNB durch nichtärztliche Rettungsdienstmitarbeiter ist bisher (noch) nicht etabliert. Für die POCUS gibt es aber in einigen Ländern mittlerweile Konzepte zur Schulung für nichtärztliches Personal [39]. Die Ausbildung nichtärztlicher Rettungsdienstmitarbeiter ist im Hinblick auf Ressourcen und Aufwand, den Erwerb der erforderlichen Fachkenntnisse insbesondere für PNB im präklinischen Bereich und ggf. den Umgang mit Nervenstimulatoren und Ultraschall zur genauen Lokalisierung peripherer Nerven nach Meinung der Autoren zwar grundsätzlich wünschenswert, in naher Zukunft aber wahrscheinlich kaum zu leisten.

Die steigenden Qualitätsanforderungen durch das Notfall-sanitätsgesetz sowie die zunehmende Etablierung der Telenotfallmedizin als ergänzende Ressource haben einen Wandel in der Ausbildung des nichtärztlichen Rettungsdienstpersonals herbeigeführt [40]. Die notfallmedizinischen Kompetenzen des nichtärztlichen Personals nehmen zu, und die Indikation der notärztlichen Analgesie scheint in vielen Fällen nicht mehr zeitgemäß, sondern kann bei gegebener Kompetenz nichtärztlich oder tele-notärztlich delegiert und supervidiert erfolgen [41, 42]. Dennoch stellt die präklinische PNB eine Option des kon-

ventionell tätigen und entsprechend geschulten Notarztes dar, um eine gezielte, effektive Analgesie zu erzielen.

Sterilität und Hygiene

Analog zur innerklinisch durchgeführten RA sollten auch präklinisch routinemäßig übliche Standards zu Hygiene und Infektionsprophylaxe eingehalten werden. Dazu gehören die gründliche Desinfektion der Punktionsstelle sowie die Verwendung steriler Handschuhe und ggf. eines sterilen Lochtuchs. Wird die Sonografie eingesetzt, ist die Verwendung steriler Ultraschallbezüge zu diskutieren.

TIPP

Perspektivisch könnten bei routinemäßiger Durchführung präklinischer RA-Verfahren entsprechende vorgepackte Blockade-Sets sinnvoll sein. Diese enthalten alle notwendigen Materialien (z. B. Punktionsnadel zur ultraschall-/stimulationsgestützten PNB, Desinfektionsmittel, Tupfer/Kompressen, ggf. Schutzbezüge für die Ultraschallsonde, ggf. steriles Lochtuch, LA und passende Spritze mit Aufziehkanüle, ggf. s. c. Kanüle) und werden bei den entsprechenden Einsatzstichworten direkt mitgenommen [29]. Einige Bestandteile wie Lipidlösung (Antidot/Intoxikation), Ultraschallgerät (Traumaversorgung) und z. B. Lidocain (Reanimation) sind im Einzelfall schon in anderen Packs verlastet, sodass ggf. aus mehreren Packs gearbeitet werden muss. ► **Abb. 3** zeigt beispielhaft, wie ein präklinisches RA-Set aussehen könnte.



► **Abb. 3** Analog zum Zubehör für die Venenpunktion oder der endotrachealen Intubation kann auch für die präklinische Durchführung einer peripheren Nervenblockade ein Pack im Rettungsmittel vorgehalten werden.

Analgesie für Punktion

Wie im innerklinischen Bereich sind auch präklinisch verschiedene Konzepte möglich. Die Punktionsstelle kann subkutan mit einem schnell wirksamen LA infiltriert werden (z. B. Mepivacain, Lidocain) und so einer schmerzhaft-

ten Punktion zur eigentlichen Nervenblockade vorbeugen [18, 22, 29].

Daneben ist eine präventive intravenöse Analgesie möglich. Diese kann intravenös mit NOPA wie Paracetamol oder Ketamin (ggf. mit Midazolam) oder Opioiden (z. B. Morphin, Fentanyl) oder inhalativ mit Methoxyfluran durchgeführt werden [9, 17, 18, 22]. Ketamin und Opioiden können ggf. auch nasal appliziert werden (Off-Label).

Die Nebenwirkungen der einzelnen Substanzen sollten jedoch bekannt sein und antizipiert werden, um ggf. damit einhergehende Komplikationen handhaben zu können (z. B. Hypoxie, Atemwegssicherung).

Merke

Art und Einsatz einer vorherigen systemischen Analgesie für eine PNB hängen letztlich von der Kompetenz des Anwenders (und des Teams), den lokalen Gegebenheiten sowie den verfügbaren Medikamenten ab.

Überprüfen der Analgesiequalität

Für Frakturen ist – vor allem bei Bewegung – die Analgesie selbst der beste Indikator für eine erfolgreiche PNB. Die Überprüfung der Blockadequalität im relevanten Innervationsgebiet kann darüber hinaus z. B. mit Kältereizen erfolgen – pragmatisch bieten sich hier die Nutzung des Desinfektionssprays oder von Kompressen mit Alkohol an [16, 18]. Neben der Wärme-/Kältepropriozeption kann z. B. auch die Pinprick-Testung zur Überprüfung der Sensorik bzw. Spitz-/Stumpf-Diskriminierung genutzt werden [6, 16].

Perspektiven in der präklinischen Anwendung von PNB

Durch die Novellierung des Notfallsanitätsgesetzes (NotSanG) können zunehmend ausgewählte ärztliche Aufgaben von nichtärztlichem Rettungsdienstpersonal übernommen werden. Auch die Gabe intravenöser Opioid-Analgetika durch nichtärztliches Personal ist in einigen Rettungsdienstbereichen freigegeben. Die Analgesie bei einem isolierten Extremitätentrauma ist daher vielerorts keine Notarztindikation mehr. Dennoch ist die Gabe von Opioiden durch nichtärztliches Rettungsdienstpersonals in der zulässigen Gesamtmenge limitiert.

Insbesondere unter schwierigen Transportbedingungen – vom Unfallort in den Rettungswagen – können Schmerzen nach Manipulation durch Schaufeltrage, Rettungstuch und Tragemanöver trotz Ausnutzen der zulässigen Gesamtdosis nicht ausreichend kompensiert werden. Die Option einer ärztlichen, additiven präklinischen RA (als Alternative zu einer eskalierten i. v. Analgesie) nach festem Standard könnte hier eine sinnvolle Therapieerweiterung darstellen.

Etablierung von SOPs

Präklinische SOPs, die in Zusammenarbeit von nichtärztlichem und ärztlichem Personal entwickelt wurden, existieren vielerorts. Indem sie die entsprechenden Rahmenbedingungen klar benennen, ermöglichen sie die Durchführung invasiver Maßnahmen auch durch nichtärztliches Personal (z. B. Etablierung eines intraossären Zugangs, endotracheale Intubation, Entlastung bei einem Spannungspneumothorax).

SOPs, Checklisten oder Algorithmen, die den Anwender von der Prüfung der Indikation/Kontraindikation, der Patientenaufklärung bis zur Durchführung der PNB sowie dem Prüfen der Analgesiequalität und Management möglicher Komplikationen führen, liegen unseres Wissens nicht vor. Eine einheitliche SOP scheint vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Blockadeverfahren, assoziierter Komplikationen sowie der variierenden Ausstattung und Expertise der Anwender schwierig.

In der RAPID-2-Studie wird ein Behandlungsprotokoll gezeigt, das in Teilen sicher für eine Anwender-SOP hilfreich sein könnte [35]. Analog zu den empfohlenen „4 E“ vor Durchführung einer Clamshell-Thorakotomie könnte ein ähnlicher „Vorab-Check“ auch in einer SOP zur präklinischen PNB angewendet werden (s. ► **Abb. 4**) [43]. Die Übersicht zeigt den Vorschlag für eine mögliche SOP zur präklinischen Anwendung von PNB in Anlehnung an das RAPID-2-Protokoll (► **Abb. 5**).

Cave

Im Rahmen der vorgeschlagenen SOP halten die Autoren es für zwingend notwendig, dass die PNB präklinisch nur nach entsprechend fundierter theoretischer und praktischer Ausbildung durchgeführt wird.

Daneben sollten die weiteren an der Patientenversorgung Beteiligten zumindest Kenntnisse über den Ablauf einer präklinisch durchgeführten PNB haben. Diese Voraussetzungen können den zeitlichen und logistischen Ablauf (z. B. korrekte Lagerung) erleichtern. Solche Überlegungen decken sich mit den zumindest in Deutschland üblichen Rahmenbedingungen für die präklinische Narkoseeinleitung. Diese erfolgt in der Regel durch ärztliches Personal, dennoch sollten alle im Team mit der Durchführung, möglichen Komplikationen und ggf. therapeutischen Konsequenzen vertraut sein.

Ähnliches sollte für die wichtigsten Komplikationen der PNB gelten: die LAST und die Anaphylaxie. Mit dem Management letzterer sind nichtärztliches wie ärztliches Personal in der Notfallmedizin vertraut. Symptome und Management der LAST erfordert insbesondere bei nichtärztlichem Personal sicherlich entsprechende Schulungen. Eine Übersicht zum Vorgehen bei LAST gibt ► **Abb. 6**. Für die detaillierte Therapie beider Komplikationen sei auf die entsprechenden Leitlinien verwiesen [44, 45].

Expertise: Ist der Anwender in der Durchführung der geplanten PNB ausreichend geschult? Sind die anderen Teammitglieder mit der Prozedur und den damit verbundenen Risiken (z. B. LAST) vertraut?

Equipment: Ist das Material zur Durchführung einer PNB (vollständig) verfügbar? Sind im Falle von Komplikationen die notwendigen Materialien vorhanden (z. B. Lipidemulsion bei einer LAST oder Material zum Atemwegsmanagement)?

Environment: Ist die Durchführung der PNB an der Einsatzstelle (oder z. B. im Rettungsmittel) sicher und sinnvoll? Ist z. B. vor Ort ausreichend Licht vorhanden?

Evaluation der (Kontra-)Indikation: Ist die Indikation für die PNB korrekt gestellt? Liegen Kontraindikationen* für die PNB vor?

* **prüfe mögliche Kontraindikationen, z. B.**

- ▶ Allergien gegen Lokalanästhetika
- ▶ Infektionen im Bereich der Punktionsstelle
- ▶ Nervenschädigung im Bereich der Punktionsstelle
- ▶ lebensbedrohliche Verletzung/Verletzungen, die einen sofortigen Transport erfordern
- ▶ hämodynamische Instabilität
- ▶ Bewusstlosigkeit
- ▶ multiple Verletzungen, für die eine systemische (ggf.) Analgesie sinnvoller ist
- ▶ aufgrund des Verletzungsmusters ist keine Identifikation anatomischer Strukturen möglich
- ▶ Ablehnung der PNB durch den Patienten oder Betreuenden

▶ **Abb. 4** Der „4 E-Check“ umfasst die Prüfung der Punkte „Expertise“, „Equipment“, „Environment“ (Umweltfaktoren) sowie die „Evaluation“ von Indikation und Kontraindikationen für die geplante periphere Nervenblockade (PNB). Nach Möglichkeit sollte der 4 E-Check vor der Durchführung einer PNB zusammen mit allen beteiligten Teammitgliedern erfolgen. LAST = Local Anesthetic Systemic Toxicity (systemische Lokalanästhetikaintoxikation)

„4E-Check“

Etabliere Standard-Monitoring (Pulsoxymetrie, EKG, NIBP) und einen Gefäßzugang (i. v./i. o.)

Informieren und Aufklären des Patienten/Betreuenden

Erwäge vor der Lagerung und Punktion eine systemische Analgesie* (antizipiere dabei mögliche ABCDE-Probleme!)

Lagere den Patienten so optimal wie möglich für die geplante PNB (erwäge hierfür erneut eine systemische Analgesie*)

Folge dem jeweiligen Behandlungsprotokoll für die Durchführung der geplanten Blockade**

Überprüfe und dokumentiere die Analgesiequalität (z. B. per Kältespray) – Ziel NRS < 4

Prüfe mögliche Zeichen einer LAST oder Anaphylaxie – beachte dann die SOP zur LAST bzw. Anaphylaxie

Reevaluiere während und nach der PNB die Analgesiequalität, Zeichen für eine LAST/Anaphylaxie und ABCDE-Probleme

* Beim Einsatz von Opioiden: Beobachte die Atemfrequenz und nutze die Kapnometrie/Kapnografie!

** Spezialfall lungennahe PNB: Durchführung nur unter sonografischer Kontrolle – schließe nach der PNB einen Pneumothorax aus!

▶ **Abb. 5** Nach dem 4E-Check sollte die PNB strukturiert anhand einer SOP durchgeführt werden. Die Abbildung zeigt einen SOP-Vorschlag für die allgemeine Durchführung einer präklinischen PNB.

Der vorgeschlagene 4 E-Algorithmus (▶ **Abb. 4**) bietet die Möglichkeit zu überprüfen, ob alle Voraussetzungen für eine präklinische PNB erfüllt sind – das betrifft die Expertise des Anwenders und der weiteren Teammitglieder, das notwendige Equipment, Umweltfaktoren vor Ort sowie die Evaluation etwaiger (Kontra)Indikationen für die geplante PNB. Des Weiteren ist es sinnvoll, den individuell geplanten Ablauf inkl. notwendigem Material, geplanten Dosierungen und möglichen Verfahrenskomplikationen (analog zu Checklisten für z. B. eine Rapid Sequence Induction) vorab kurz zu schildern und die damit einhergehenden Aufgaben klar zu verteilen. Auf diese Weise können vorhandene personelle und materielle Ressourcen effizient genutzt werden, und bei akut auftretenden Nebenwirkungen ermöglicht diese Vorgehensweise ein schnelles und gezieltes Handeln.

Patientenaufklärung

Die PNB stellt aufgrund der Alternative einer systemischen Analgesie keine „lebensrettende“ Maßnahme dar. Analog zur i. v. Analgesie sollte vor Durchführung der PNB das Einverständnis des Patienten eingeholt werden. Ebenso sollte für beide Verfahren mündlich über Risiken, Komplikationen sowie Alternativen aufgeklärt werden.

Merke

Im Gegensatz zu den medikolegalen Anforderungen an eine Aufklärung bei elektiven Maßnahmen ist die ausführliche Risikoauflärung für invasive Maßnahmen im Rahmen einer Notfallbehandlung unüblich (z. B. peripherer Venenzugang). Dies gilt auch für eine Einwilligung in schriftlicher Form.

Gemäß § 8 der (Muster-)Berufsordnung zur ärztlichen Aufklärungspflicht müssen dem Patienten Wesen, Bedeutung und Tragweite einer Behandlung verdeutlicht werden. Gleichzeitig sollen dem Patienten aber auch Behandlungsalternativen aufgezeigt werden [46]. Für die Schmerztherapie einer Extremitätenfraktur wäre die PNB als analgetische Alternative zur systemischen Analgesie vermutlich Teil einer jeden innerklinischen Aufklärung betroffener Patienten. Wieso also sollte die PNB – bei entsprechender Kompetenz des Notarztes und unter den notwendigen strukturellen Voraussetzungen – nicht auch dem im häuslichen Umfeld gestürzten Patienten mit Femurfraktur als adäquate Behandlungsalternative angeboten werden?

Ähnlich der Aufklärung einer in den Wehen liegenden Schwangeren zur Periduralanästhesie im Kreißsaal ist grundsätzlich sicherlich in Frage zu stellen, inwieweit ein präklinisch unter akuten Schmerzen leidender Patient überhaupt in der Lage ist, einen „Informed Consent“ zu erteilen. Entscheidend ist sicherlich, seine Maßnahme im Einzelfall begründen zu können und den mutmaßlichen Willen des Patienten stets zu berücksichtigen. Nichtsdestotrotz sollte im Notfallprotokoll vermerkt werden, dass eine Aufklärung, analog zur intravenösen Analgesie mit NOPA oder Opioiden, über Indikation, Ablauf und Risiken der jeweiligen PNB stattgefunden hat und der Patient seine Einwilligung erteilt hat.

Durchführung durch ärztliches/nichtärztliches Rettungsdienstpersonal

In vielen europäischen Ländern ist die Notfallversorgung ärztlich organisiert [23, 29]. Im Vereinigten Königreich sowie außerhalb Europas (z. B. USA, Australien) wird in der präklinischen Notfallversorgung hingegen in erster Linie nichtärztliches Personal eingesetzt. Nichtärztlichem Rettungsdienstpersonal steht meist eine Reihe von Schmerzmitteln zur Verfügung. Neben intravenösen NOPA wie Paracetamol, Metamizol und Ketamin werden auch inhalativ anzuwendende Analgetika Methoxyfluran (z. B. Pentrox) oder Lachgasgemische (z. B. Entonox) von nichtärztlichem Personal eingesetzt. Im Einzelfall dürfen durch das nichtärztliche Personal auch Opioide wie z. B. Morphin eingesetzt werden.

Die Qualifikation von nichtärztlichem Rettungsdienstpersonal ist weltweit nicht einheitlich und kann von einer kurzen Berufsausbildung bis hin zu Studienabschlüssen und verschiedenen Zusatzqualifikationen reichen. Aufgrund dieser sehr unterschiedlichen Ausbildungshintergründe variieren fachspezifische Kenntnisse national und international mitunter stark, obgleich sich das Repertoire an Fähigkeiten und Behandlungskompetenzen jedoch ständig verändert und vielerorts zunehmend erweitert wird.

allgemein: symptomatische Therapie gemäß ABCDE-Schema

- ▶ LA-Zufuhr beenden
- ▶ Sicherstellung einer adäquaten Oxygenierung, ggf. Sicherung des Atemwegs
- ▶ antikonvulsive Therapie eines Krampfanfalls mit Benzodiazepinen oder Propofol (falls nicht spontan limitierend)
- ▶ symptomatische Therapie der kardiovaskulären LAST-Symptome
- ▶ Beginn der CPR gemäß aktueller ERC-Leitlinien inklusive Gabe von Epinephrin
- ▶ parallel zur CPR frühzeitige Gabe von 20 %iger Lipidlösung (Initialbolus) ohne den Beginn der CPR zu verzögern*
- ▶ Erwägen einer extrakorporalen Kreislauftherapie (eCPR = VA-ECMO), falls kurzfristig kein ROSC erreichbar

* sofortige Applikation eines Bolus von 1,5 ml/kgKG einer 20 %igen Lipidlösung über 1 Minute – bei Persistenz der Symptome: Wiederholung des Bolus nach 5 Minuten sowie anschließend eine kontinuierliche Infusion von 0,25 ml/kgKG der Lipidlösung über 15–20 Minuten

▶ **Abb. 6** Vorgehen bei systemischer Lokalanästhetikaintoxikation. Neben einer symptomatischen Therapie gemäß ABCDE-Schema kann die Gabe einer 20 %igen Lipidlösung notwendig werden: initial Bolusgabe von 1,5 ml/kgKG (ca. 100 ml bei einem 70 kg schweren Patienten) über 1 min. Bei Persistenz der Symptome sollte die erneute Bolusgabe nach 5 min erfolgen mit anschließender kontinuierlicher Infusion von 0,25 ml/kgKG der Lipidlösung über 15–20 min (Daten aus [44]). CPR = kardiopulmonale Reanimation; eCPR = extrakorporale CPR; ERC = European Resuscitation Council; LA = Lokalanästhetikum; LAST = Local Anesthetic Systemic Toxicity (systemische Lokalanästhetikaintoxikation); ROSC = Return of Spontaneous Circulation; VA-ECMO = venoarterielle extrakorporale Membranoxygenierung

Präklinische Sonografie

Neben einer breiten Kompetenz in der Analgesie wird diesem Trend entsprechend in einigen Ländern auch die portable Sonografie bereits durch nichtärztliches Personal präklinisch genutzt. Die zunehmende Verbreitung der Telemedizin erlaubt zudem eine Mitbeurteilung präklinisch aufgenommener Bilder durch Ärzte, die nicht an der Einsatzstelle sind.

Dass die präklinische Anwendung der Sonografie (z. B. POCUS, eFAST) auch durch nichtärztliches, in der Sonografie unerfahrenes Personal nach entsprechenden Schulungsmaßnahmen machbar ist, wurde bereits mehrfach diskutiert und gezeigt [39, 47]. Gegenwärtig variieren die individuellen Curricula für nichtärztliches Rettungsdienstpersonal im Hinblick auf die Lehrmethoden und Dauer der Ausbildung zum Teil erheblich. Dies erschwert einheitliche Schlussfolgerungen hinsichtlich des optimalen Ausbildungsansatzes für nichtärztliche Rettungsdienstmitarbeiter [39].

Regionalanästhesie

Für die FICB konnten mehrere kleine Studien exemplarisch zeigen, dass diese PNB durch Krankenpflegekräfte und Paramedics erfolgreich durchgeführt werden kann [22, 24, 48]. Darüber hinaus wird im Vereinigten Königreich aktuell die randomisierte RAPID-2-Studie zu einer von Paramedics durchgeführte FICB mit Prilocain (1%) im Vergleich zur konventionellen, intravenösen Analgesie bei Hüftfrakturen durchgeführt. 220 Sanitäter wurden hierfür von prä- und innerklinisch tätigen Ärzten an 4 Standorten in England und Wales geschult; Inhalte waren die Anatomie von Hüftfrakturen, Kenntnisse zur Pharmakologie der LA, Ablauf und Ausrüstung für die FICB sowie die Symptomatik und Therapie der LAST. Daneben wurden die Probanden praktisch an Leistenmodellen geschult und mussten die FICB unter Aufsicht und Anleitung eines Anästhesisten oder Notarztes am Patienten sowie verschiedene präklinische Szenarien trainieren [35].

Merke

In einem Positionspapier unterstützt die Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland (AAGBI) und die Regional Anesthesia United Kingdom (RA-UK) die Durchführung der FICB durch geschultes, nichtärztliches medizinisches Personal [49].

Der Einsatz ultraschallgestützter RA-Verfahren durch nichtärztliches Rettungsdienstpersonal in Deutschland wirkt zum jetzigen Zeitpunkt noch sehr abstrakt. Allerdings liegen aus anderen Ländern, in denen Notfallsanitäter (bzw. vergleichbar Qualifizierte) seit Jahrzehnten eigenverantwortlich arbeiten und invasive Maßnahmen ohne Notarzt vor Ort durchführen, bereits erste Untersuchungen und Erfahrungsberichte vor [22, 24, 35].

KOMMENTAR

Die Autoren sind der Meinung, dass PNB präklinisch nach Möglichkeit immer ultraschallgesteuert durchgeführt werden sollten – unabhängig von der Profession der Durchführenden. Komplikationen lassen sich auf diese Weise auf ein Mindestmaß reduzieren, und die Erfolgsraten peripherer Nervenblockaden können gesteigert werden.

Dokumentation

Analog zum innerklinischen Setting sollten Art und Durchführung der PNB, Dosierungen, Wirkung, NRS-Verlauf, ggf. die Ausbreitung der PNB und etwaige Komplikationen (sowie deren Therapie) ausreichend dokumentiert werden. Diese Informationen müssen auch bei der Patientenübergabe in der Notaufnahme weitergegeben werden, um den weiterbehandelnden Kollegen die akkurate Beurteilung von Motorik und Sensibilität zu erlauben.

TAKE HOME MESSAGE

Eine Einschätzung darüber, inwieweit die PNB sich als analgetisches Verfahren zukünftig auch im präklinischen Bereich vereinzelt oder sogar flächendeckend etablieren lässt, ist aktuell kaum möglich. Nach Meinung der Autoren kann die präklinische PNB durch entsprechend geschultes ärztliches Rettungsdienstpersonal jedoch eine suffiziente, nebenwirkungsarme analgetische Alternative darstellen, z. B. für die proximale Femurfraktur – gerade bei geriatrischen, multimorbiden Patienten.

Zusammenfassung

Schmerzen entstehen im präklinischen Setting überwiegend durch Traumata der Extremitäten oder des Thorax und sind überwiegend muskuloskelettalen Ursprungs. Eine gute Analgesie verbessert nicht nur das Befinden des Patienten, sondern ermöglicht oder erleichtert ärztlich notwendige Manipulationen, Untersuchungen sowie technisch aufwendige Rettungsmanöver, das (Um)Lagern und den Transport.


Neben der Gabe systemisch wirksamer Analgetika besteht die Möglichkeit einer frühzeitig durchgeführten PNB am Einsatzort – auch in Kombination mit NOPA bzw. Opioiden. Vorteile bestehen vor allem in einer langanhaltenden Analgesie, geringeren Nebenwirkungen und einer niedrigeren Wahrscheinlichkeit für Phantomschmerzen und Chronifizierung der Schmerzen.

Für die präklinische RA bieten sich vor allem Verfahren an, die schnell, einfach und mit einer einzigen Injektion durchführbar sind und gleichzeitig eine hohe Erfolgsrate bei geringem Komplikationsrisiko aufweisen. Hierunter fällt vor allem die FICB bei hüftnahen Femurfrakturen.

Zu den Besonderheiten einer präklinisch durchgeführten PNB zählen neben technischen auch medikolegale Aspekte in Bezug auf die Patientenaufklärung oder die Durchführung durch Nichtanästhesisten. Deswegen müssen Abläufe etabliert werden, die den standardisierten, elektiven Bedingungen in der Klinik ähneln. Eine SOP analog zum o.g. Konzept der Autoren kann hierbei hilfreich sein. Das durchführende Personal ist regelmäßig theoretisch und praktisch bezüglich Durchführung der PNB sowie etwaiger Nebenwirkungen und Komplikationen zu schulen. Simulationstraining und ein ergänzendes Crew Resource Management (CRM) können die neuen Abläufe festigen und die sichere Behandlung möglicher Komplikationen gewährleisten.

KERNAUSSAGEN

- In Deutschland ist die präklinisch durchgeführte periphere Nervenblockade (PNB) zur Analgesie nach Extremitätenverletzung bisher unüblich.
- Bisherige Daten konnten für präklinisch durchgeführte PNB eine Reduktion des Schmerzscores und eine hohe Patientenzufriedenheit zeigen.
- Hüftnahe Femurfrakturen zählen zu den häufigsten Frakturen in Deutschland. Die Fascia iliaca-Kompartiment-Blockade (FICB) könnte eine angemessene Alternative oder Erweiterung bestehender Behandlungskonzepte darstellen.
- Eine SOP sowie ein „Vorab-Check“ im Sinne eines Team-Time-outs können sichere Rahmenbedingungen für eine strukturierte Durchführung präklinischer PNB schaffen.
- In immer mehr Rettungsdienstbereichen sind mobile Ultraschallgeräte verfügbar (z. B. für POCUS, eFAST), die auch bei der Durchführung einer präklinischen PNB eingesetzt werden könnten.

 Zusatzmaterial finden Sie unter <https://doi.org/10.1055/a-2265-8168>.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren



Dr. med. Christine Gaik, DESAIC

Fachärztin für Anästhesiologie in der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie am Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg. Zusatzbezeichnungen Intensivmedizin, Notfallmedizin und Palliativmedizin.



Dr. med. Nicholas Schmitt

Facharzt für Anästhesiologie in der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie am Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg. Zusatzbezeichnung Notfallmedizin.



Dr. med. Ann-Kristin Schubert, DESAIC

Oberärztin in der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie am Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg. Zusatzbezeichnungen Intensivmedizin, Notfallmedizin Palliativmedizin.



Univ.-Prof. Dr. med. Hinnerk Wulf

Univ.-Prof. Dr. med. Direktor der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie am Universitätsklinikum Marburg des UKGM und Mitglied des Herausgeberteams der AINS.



Dr. med. Benjamin Vojnar, DESAIC

Oberarzt in der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie am Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg. Zusatzbezeichnungen Intensivmedizin und Notfallmedizin. Kursleiter DEGUM Stufe 2 (Sektion Anästhesiologie). DEGUM Stufe 2 Echokardiographie in der Anästhesie und Intensivmedizin. DGAI-Zertifikat „TEE in der Anästhesiologie“.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Christine Gaik

Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg
Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie
Baldingerstraße
35033 Marburg
Deutschland
gaikc@med.uni.marburg.de

Literatur

- [1] Malchow RJ, Black IH. The evolution of pain management in the critically ill trauma patient: Emerging concepts from the global war on terrorism. *Crit Care Med* 2008; 36 (Suppl 7): S346–S347. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31817e2fc9
- [2] Gallagher RM, Polomano R. Early, continuous, and restorative pain management in injured soldiers: the challenge ahead. *Pain Med* 2006; 7: 284–286. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2006.00188.x
- [3] Hao C, Li C, Cao R et al. Effects of perioperative fascia iliaca compartment block on postoperative pain and hip function in elderly patients with hip fracture. *Geriatr Orthop Surg Rehabil* 2022; 13: 21514593221092883. DOI: 10.1177/21514593221092883
- [4] Garlich JM, Pujari A, Moak Z et al. Pain management with early regional anesthesia in geriatric hip fracture patients. *J Am Geriatr Soc* 2020; 68: 2043–2050. DOI: 10.1111/jgs.16547
- [5] Raatiniemi L, Magnusson V, Hyldmo PK et al. Femoral nerve blocks for the treatment of acute pre-hospital pain: A systematic review with meta-analysis. *Acta Anaesthesiol Scand* 2020; 64: 1038–1047. DOI: 10.1111/aas.13600
- [6] Slade S, Hanna E, Pohlkamp-Hartt J et al. Efficacy of Fascia iliaca compartment blocks in proximal femoral fractures in the pre-hospital setting: a systematic review and meta-analysis. *Prehosp Disaster Med* 2023; 38: 252–258. DOI: 10.1017/S1049023X23000298
- [7] Rupp M, Walter N, Pfeifer C et al. The Incidence of Fractures Among the Adult Population of Germany—an Analysis From 2009 through 2019. *Dtsch Arztebl Int* 2021; 118: 665–669. DOI: 10.3238/arztebl.m2021.0238
- [8] Lagrabette JF, Minville V, Colombani A et al. Bloc interscalé pour luxation glénohumérale en médecine préhospitalière. *Ann Fr Anesth Réanim* 2008; 27: 338–340. DOI: 10.1016/j.annfar.2008.01.025

- [9] Simpson PM, McCabe B, Bendall JC et al. Paramedic-performed digital nerve block to facilitate field reduction of a dislocated finger. *Prehosp Emerg Care* 2012; 16: 415–417. DOI: 10.3109/10903127.2012.670690
- [10] Kreuziger J, Hirschi D, Fischer S et al. Comparison of interscalene block, general anesthesia, and intravenous analgesia for out-patient shoulder reduction. *J Anesth* 2019; 33: 279–286. DOI: 10.1007/s00540-019-02624-6
- [11] Yao L, Dong W, Wu Z et al. Ultrasound-guided interscalene block versus intravenous analgesia and sedation for reduction of first anterior shoulder dislocation. *Am J Emerg Med* 2022; 56: 232–235. DOI: 10.1016/j.ajem.2022.03.047
- [12] Harrington C, Bliss J, Lam L et al. Serratus Anterior Plane Block for Clinically Suspected Rib Fractures in Prehospital and Retrieval Medicine. *Prehosp Emerg Care* 2024; 28: 30–35. DOI: 10.1080/10903127.2022.2150344
- [13] Ibbotson WJ, Greenberg R, Brendt P. Erector spinae block for chest trauma in aeromedical prehospital and retrieval medicine. *Prehosp Disaster Med* 2020; 35: 454–456. DOI: 10.1017/S1049023X20000540
- [14] Black KJ, Bevan CA, Murphy NG et al. Nerve blocks for initial pain management of femoral fractures in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 2013(12): CD009587. DOI: 10.1002/14651858.CD009587.pub2
- [15] Wathen JE, Gao D, Merritt G et al. A randomized controlled trial comparing a fascia iliaca compartment nerve block to a traditional systemic analgesic for femur fractures in a pediatric emergency department. *Ann Emerg Med* 2007; 50: 162–171. e1. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2006.09.006
- [16] Minville V, Gozlan C, Asehnoune K et al. Fascia-iliaca compartment block for femoral bone fracture in prehospital medicine in a 6-yr-old child. *Eur J Anaesthesiol* 2006; 23: 715–716. DOI: 10.1017/S0265021506271126
- [17] Reid C, Burns B, Gourlay S. Prehospital Ultrasound-Guided Pediatric Fascia Iliaca Block. *Air Med J* 2023; 42: 61–63. DOI: 10.1016/j.amj.2022.09.008
- [18] Büttner B, Mansur A, Kalmbach M et al. Prehospital ultrasound-guided nerve blocks improve reduction-feasibility of dislocated extremity injuries compared to systemic analgesia. A randomized controlled trial. *PLoS One* 2018; 13: e0199776. DOI: 10.1371/journal.pone.0199776
- [19] Lin DY, Morrison C, Brown B et al. Pericapsular nerve group (PENG) block provides improved short-term analgesia compared with the femoral nerve block in hip fracture surgery: a single-center double-blinded randomized comparative trial. *Reg Anesth Pain Med* 2021; 46: 398–403. DOI: 10.1136/rapm-2020-102315
- [20] Wu JJ, Lollo L, Grabinsky A. Regional anesthesia in trauma medicine. *Anesthesiol Res Pract* 2011; 2011: 713281. DOI: 10.1155/2011/713281
- [21] Jones JK, Evans BA, Fegan G et al. Rapid Analgesia for Prehospital hip Disruption (RAPID): findings from a randomised feasibility study. *Pilot Feasibility Stud* 2019; 5: 77. DOI: 10.1186/s40814-019-0454-1
- [22] McRae PJ, Bendall JC, Madigan V et al. Paramedic-performed Fascia Iliaca Compartment Block for Femoral Fractures: A Controlled Trial. *J Emerg Med* 2015; 48: 581–589. DOI: 10.1016/j.jemermed.2014.12.016
- [23] Schiferer A, Gore C, Gorove L et al. A randomized controlled trial of femoral nerve blockade administered preclinically for pain relief in femoral trauma. *Anesth Analg* 2007; 105: 1852–1854. DOI: 10.1213/01.ane.0000287676.39323.9e
- [24] Dochez E, van Geffen CJ, Bruhn J et al. Prehospital administered fascia iliaca compartment block by emergency medical service nurses, a feasibility study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2014; 22: 38. DOI: 10.1186/1757-7241-22-38
- [25] Gozlan C, Minville V, Asehnoune K et al. [Fascia iliaca block for femoral bone fractures in prehospital medicine]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2005; 24: 617–620. DOI: 10.1016/j.annfar.2005.03.030
- [26] Gros T, Viel E, Ripart J et al. [Prehospital analgesia with femoral nerve block following lower extremity injury. A 107 cases survey]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2012; 31: 846–849. DOI: 10.1016/j.annfar.2012.06.027
- [27] Cepeda MS, Africano JM, Polo R et al. What decline in pain intensity is meaningful to patients with acute pain? *Pain* 2003; 105: 151–157. DOI: 10.1016/s0304-3959(03)00176-3
- [28] Farrar JT, Portenoy RK, Berlin JA et al. Defining the clinically important difference in pain outcome measures. *Pain* 2000; 88: 287–294. DOI: 10.1016/S0304-3959(00)00339-0
- [29] Barker R, Schiferer A, Gore C et al. Femoral nerve blockade administered preclinically for pain relief in severe knee trauma is more feasible and effective than intravenous metamizole: a randomized controlled trial. *J Trauma* 2008; 64: 1535–1538. DOI: 10.1097/TA.0b013e318058a03b
- [30] Jebali C, Kahloul M, Hassine N et al. Magnesium sulfate as adjuvant in prehospital femoral nerve block for a patient with diaphyseal femoral fracture: a randomized controlled trial. *Pain Res Manag* 2018; 2018: 2926404. DOI: 10.1155/2018/2926404
- [31] Barriot P, Riou B, Ronchi L et al. Femoral nerve block in prehospital management of fractured shaft of femur. *JEUR* 1988; 1: 21–24
- [32] Lopez S, Gros T, Bernard N et al. Fascia iliaca compartment block for femoral bone fractures in prehospital care. *Reg Anesth Pain Med* 2003; 28: 203–207. DOI: 10.1053/rapm.2003.50134
- [33] McLean J, Cooke S, Burns B et al. First Reported Helicopter In-flight Serratus Plane Block for Rib Fractures. *Air Med J* 2019; 38: 374–376. DOI: 10.1016/j.amj.2019.06.003
- [34] Gadsden J, Warlick A. Regional anesthesia for the trauma patient: improving patient outcomes. *Local Reg Anesth* 2015; 8: 45–55. DOI: 10.2147/LRA.S55322
- [35] Kingston M, Jones J, Black S et al. Clinical and cost-effectiveness of paramedic administered fascia iliaca compartment block for emergency hip fracture (RAPID 2)-protocol for an individually randomised parallel-group trial. *Trials* 2022; 23: 677. DOI: 10.1186/s13063-022-06522-3
- [36] Dolan J, Williams A, Murney E et al. Ultrasound guided fascia iliaca block: a comparison with the loss of resistance technique. *Reg Anesth Pain Med* 2008; 33: 526–531. DOI: 10.1016/j.rapm.2008.03.008
- [37] Dalens B, Vanneville G, Tanguy A. Comparison of the fascia iliaca compartment block with the 3-in-1 block in children. *Anesth Analg* 1989; 69: 705–713
- [38] Plunkett AR, Brown DS, Rogers JM et al. Supraclavicular continuous peripheral nerve block in a wounded soldier: when ultrasound is the only option. *Br J Anaesth* 2006; 97: 715–717. DOI: 10.1093/bja/ael218
- [39] Meadley B, Olausson A, Delorenzo A et al. Educational standards for training paramedics in ultrasound: a scoping review. *BMC Emerg Med* 2017; 17: 18. DOI: 10.1186/s12873-017-0131-8
- [40] Schröder H, Beckers SK, Borgs C et al. Update Telenotfallmedizin. Status quo und Ausblick. *Anesthesiologie* 2023; 72: 506–517. DOI: 10.1007/s00101-023-01301-4
- [41] Brokmann JC, Felzen M, Beckers SK et al. Telemedizin: Potenziale in der Notfallmedizin. *Anesthesiol Intensivmed Notfall-*

- med Schmerzther 2017; 52: 107–117. DOI: 10.1055/s-0042-108713
- [42] Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI). S1-Leitlinie Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin: Strukturempfehlung der DGAI. AWMF-Registernummer 001–037. Zugriff am 10. Mai 2024 unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-037>
- [43] Lott C, Truhlář A, Alfonso A et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. Resuscitation 2021; 161: 152–219. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.011
- [44] Wiesmann T SA-K, Volk T, Kubulus C et al. S1-Leitlinie: Prävention Therapie der systemischen Lokalanästhetika-Intoxikation (LAST). Aktualisierte Handlungsempfehlungen der DGAI. Anästhesiemed 2020; 61: 225–238. DOI: 10.19224/ai2020.225
- [45] Ring J, Beyer K, Biedermann T et al. Guideline (S2k) on acute therapy and management of anaphylaxis: 2021 update: S2k-Guideline of the German Society for Allergology and Clinical Immunology (DGAKI), the Medical Association of German Allergologists (AeDA), the Society of Pediatric Allergology and Environmental Medicine (GPA), the German Academy of Allergology and Environmental Medicine (DAAU), the German Professional Association of Pediatricians (BVKJ), the Society for Neonatology and Pediatric Intensive Care (GNPI), the German Society of Dermatology (DDG), the Austrian Society for Allergology and Immunology (ÖGAI), the Swiss Society for Allergy and Immunology (SGAI), the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI), the German Society of Pharmacology (DGP), the German Respiratory Society (DGP), the patient organization German Allergy and Asthma Association (DAAB), the German Working Group of Anaphylaxis Training and Education (AGATE). Allergo J Int 2021; 30: 1–25. DOI: 10.1007/s40629-020-00158-y
- [46] Bundesärztekammer. (Muster-)Berufsordnung für die in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte – MBO-Ä 1997 – in der Fassung der Beschlüsse des 114. Deutschen Ärztetages 2011 in Kiel. Zugriff am 10. Mai 2024 unter: https://www.bun- desaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/MBO_08_20112.pdf
- [47] Guy A, Bryson A, Wheeler S et al. A Blended Prehospital Ultrasound Curriculum for Critical Care Paramedics. Air Med J 2019; 38: 426–430. DOI: 10.1016/j.amj.2019.07.013
- [48] Bulger JK, Brown A, Evans BA et al. Rapid analgesia for prehospital hip disruption (RAPID): protocol for feasibility study of randomised controlled trial. Pilot Feasibility Stud 2017; 3: 8. DOI: 10.1186/s40814-016-0115-6
- [49] The Association of Anaesthetists of Great Britain & Ireland, Regional Anaesthesia United Kingdom. Fascia iliaca blocks and non-physician practitioners: AAGBI position statement 2013. Zugriff am 10. Mai 2024 unter: https://www.ra-uk.org/images/Documents/Fascia_iliaca_statement_22JAN2013.pdf
- [50] Davis S, Olausson A, Bowles KA et al. Review article: Paramedic pain management of femur fractures in the prehospital setting: A systematic review. Emerg Med Australas 2021; 33: 601–609. DOI: 10.1111/1742-6723.13793
- [51] Hards M, Brewer A, Bessant G et al. Efficacy of Prehospital Analgesia with Fascia Iliaca Compartment Block for Femoral Bone Fractures: A Systematic Review. Prehosp Disaster Med 2018; 33: 299–307. DOI: 10.1017/S1049023X18000365
- [52] Wennberg P, Hillberg Hörnfeldt T, Stål S et al. Fascia iliaca compartment block (FICB) as pain treatment in older persons with suspected hip fractures in prehospital emergency care – A comparative pilot study. Int Emerg Nurs 2021; 57: 101012. DOI: 10.1016/j.ienj.2021.101012
- [53] Gros T, Amaru P, Basuko C et al. [Sciatic nerve block in prehospital care]. Ann Fr Anesth Reanim 2010; 29: 162–164. DOI: 10.1016/j.annfar.2009.11.006
- [54] Evans BA, Brown A, Bulger J et al. Paramedics’ experiences of administering fascia iliaca compartment block to patients in South Wales with suspected hip fracture at the scene of injury: results of focus groups. BMJ Open 2019; 9: e026073. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-026073
- [55] Evans BA, Brown A, Fegan G et al. Is fascia iliaca compartment block administered by paramedics for suspected hip fracture acceptable to patients? A qualitative study. BMJ Open 2019; 9: e033398. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-033398
- [56] Moser A, Wagner S, Habegger K et al. From the Operating Room to the Cave: Ultrasound-Guided Locoregional Anesthesia in the Setting of Cave Rescue-A Description of 2 Cases. Wilderness Environ Med 2023; 34: 553–557. DOI: 10.1016/j.wem.2023.07.009
- [57] Pasquier M, Ruffinen GZ, Brugger H et al. Pre-hospital wrist block for digital frostbite injuries. High Alt Med Biol 2012; 13: 65–66. DOI: 10.1089/ham.2011.1072

Bibliografie

Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2024; 59: 386–399
 DOI 10.1055/a-2265-8168
 ISSN 0939-2661
 © 2024, Thieme. All rights reserved.
 Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
 70469 Stuttgart, Germany